



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 23 791 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
F 01 N 9/00

⑦① Aktenzeichen: 100 23 791.6
⑦② Anmeldetag: 15. 5. 2000
⑦③ Offenlegungstag: 13. 12. 2001

DE 100 23 791 A 1

⑦① Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦② Erfinder:
Pott, Ekkehard, 38518 Gifhorn, DE

BEST AVAILABLE COPY

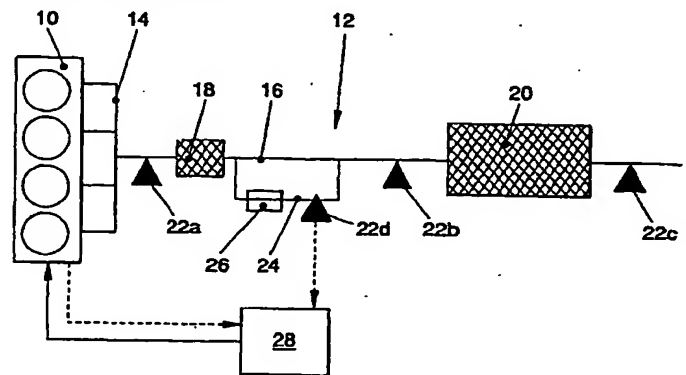
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung eines Abgasreinigungssystems

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Steuerung eines Abgasreinigungssystems einer Verbrennungskraftmaschine.

Es ist vorgesehen, mindestens eine für wenigstens eine schwefelhaltige Komponente empfindliche Messeinrichtung (22) in einem Abgastrakt (12) oder in einem Kraftstoffsystem (30) der Verbrennungskraftmaschine (10) anzuordnen und in Abhängigkeit eines von der Messeinrichtung (22) bereitgestellten oder eines von diesem abgeleiteten Signals wenigstens einen Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine (10) und/oder mindestens eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems zu steuern. Auf diese Weise kann beispielsweise eine Schwefelbeladung eines Katalysators mit hoher Genauigkeit erkannt und seine Entschwefelung gesteuert werden.



DE 100 23 791 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Steuerung eines Abgasreinigungssystems einer Verbrennungskraftmaschine.

[0002] Es ist bekannt, den Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine in Abhängigkeit einer Konzentration eines Abgasbestandteiles zu steuern. Zur Regelung eines einzuspeisenden Luft-Kraftstoff-Gemisches werden zum Beispiel Lambdasonden in Abgaskanälen von Verbrennungskraftmaschinen angeordnet, um die Konzentration von Sauerstoff im Abgas zu messen (Lambdaregelung). Ferner sind in jüngster Zeit Verfahren und Sensoren entwickelt worden, die es gestatten, die Konzentration von Stickoxiden (NO_x) im Abgas zu erfassen und in Abhängigkeit von dieser ein Abgasreinigungssystem, insbesondere Regenerationsintervalle von NO_x -Speicherkatalysatoren, zu steuern.

[0003] Einen weiteren Abgasbestandteil von Interesse stellen schwefelhaltige Verbindungen – dieses sind hauptsächlich Schwefeloxide (SO_x) – dar, die das Konvertierungsverhalten von Katalysatoren negativ beeinflussen und die Speicherkapazität von NO_x -Absorbern und Partikelfiltern herabsetzen. Für die Steuerung des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise ihrer Abgasreinigungsvorrichtungen ist die Kenntnis des Schwefeleintrages in die verschiedenen Instrumente des Abgasreinigungssystems wichtig. Der Schwefeleintrag konnte bisher nur über indirekte Verfahren ermittelt werden. Beispielsweise wird eine Schwefelvergiftung eines NO_x -Speicherkatalysators über seine nachlassende NO_x -Speicheraktivität oder über einen modellierten Schwefeleintrag ermittelt. Beide Verfahren sind mit Nachteilen behaftet. Problematisch bei der Detektion einer nachlassenden NO_x -Speicheraktivität ist, dass nicht zwischen einer Desaktivierung durch Schwefelvergiftung und einer Desaktivierung durch irreversible Schädigungen unterschieden werden kann. Folglich werden Entschwefelungsmaßnahmen mit einer unzureichenden Korrelation mit der tatsächlichen Schwefelbelastung des Speicherkatalysators durchgeführt, so dass entweder zu oft oder zu selten entschwefelt wird. Wird auf der anderen Seite die Schwefelbelastung durch Modellierung ermittelt, müssen die Berechnungen auf der Grundlage eines festen Schwefelgehaltes des Kraftstoffes durchgeführt werden. Da in der Praxis die Schwefelgehalte verschiedener Kraftstoffe jedoch schwanken, ergeben sich wiederum Ungenauigkeiten für die Häufigkeit der durchzuführenden Entschwefelungen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, durch welches/welche ein Abgasreinigungssystem einer Verbrennungskraftmaschine mit hoher Genauigkeit in Abhängigkeit des Schwefelgehaltes des Abgases gesteuert werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Verfahren nach den unabhängigen Ansprüchen 1 und 6 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

[0006] Gemäß dem ersten erfindungsgemäßen Verfahren wird

- mittels mindestens einer für mindestens eine schwefelhaltige Komponente empfindlichen Messeinrichtung an mindestens einer Position eines Abgastraktes der Verbrennungskraftmaschine ein von einer Konzentration der Komponente abhängiges Signal erfasst,
- die Konzentration der mindestens einen Komponente im Abgas aus dem Signal ermittelt und
- wenigstens ein Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine und/oder mindestens eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems in Abhängigkeit

der Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Komponente des Abgases gesteuert.

[0007] Durch die Anordnung einer schwefelempfindlichen Messeinrichtung im Abgastrakt der Verbrennungskraftmaschine kann die Konzentration einer schwefelhaltigen Abgaskomponente praktisch direkt gemessen werden. Fehler herkömmlicher Modellierungen, die unter anderem auf schwankende Schwefelgehalte von Kraftstoffen zurückzuführen sind, treten nicht auf. Ferner kann beispielsweise bei einer nachlassenden Konvertierungsaktivität eines Katalysators sicher zwischen einer irreversiblen, beispielsweise thermischen, Schädigung und einer Schwefelvergiftung unterschieden werden, da letztere bekannt ist. Die Genauigkeit der Schwefelgehaltsbestimmung wird allein durch die Empfindlichkeit der Messeinrichtung und der genauen Kenntnis ihrer Kennlinie, also ihrer Kalibrierung, bestimmt. Damit lässt sich die Verbrennungskraftmaschine beziehungsweise das Abgasreinigungssystem in äußerst exakter Abstimmung mit dem tatsächlichen Schwefelgehalt des Abgases steuern.

[0008] Da jegliche schwefelhaltige Verbindung des Kraftstoffes während des Verbrennungsprozesses nahezu vollständig in Schwefeldioxid umgesetzt wird, ist die Messung von SO_2 besonders vorteilhaft. Für besondere Anwendungen, beispielsweise die Steuerung von einem alternierenden Mager-/Fettbetrieb während einer Entschwefelung eines NO_x -Speicherkatalysators zur Unterdrückung der H_2S -Emission, kann auch die Erfassung von H_2S sinnvoll sein.

[0009] Das Verfahren eignet sich besonders gut für die kontinuierliche Messung einer Schwefelbelastung, der ein Instrument des Abgasreinigungssystems ausgesetzt ist, dessen Funktion durch Schwefel beeinträchtigt wird. In diesem Fall ist die Erfassung des von der schwefelhaltigen Komponente abhängigen Signals stromauf des betroffenen Instrumentes des Abgasreinigungssystems zweckmäßig.

[0010] Da wenigstens ein Teil der heute erhältlichen schwefelempfindlichen Sonden einen eingeschränkten Anwendungsbereich hinsichtlich ihrer Umgebungstemperatur aufweist, kann die Unterbringung der Messeinrichtung in einen Nebenstrom (Bypass) des Abgastraktes zweckdienlich sein, wobei das mit der Messeinrichtung in Kontakt kommende Abgas gegebenenfalls auf ein vorgegebenes Temperaturfenster temperiert werden kann.

[0011] Gemäß dem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen,

- mittels mindestens einer für mindestens eine schwefelhaltige Komponente empfindlichen Messeinrichtung an mindestens einer Position eines Kraftstoffsystems der Verbrennungskraftmaschine ein von einem Schwefelgehalt des Kraftstoffes abhängiges Signal zu erfassen,
- den Schwefelgehalt des Kraftstoffes aus dem Signal der Messeinrichtung zu ermitteln,
- in Abhängigkeit des Schwefelgehaltes des Kraftstoffes eine Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Abgaskomponente zu bestimmen und
- wenigstens einen Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine und/oder mindestens eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems in Abhängigkeit von der Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Komponente des Abgases zu steuern.

[0012] In Abweichung zum oben erläuterten Verfahren wird hier der Schwefelgehalt des Kraftstoffes gemessen und aus diesem der Schwefelgehalt des Abgases beziehungsweise eine Konzentration einer schwefelhaltigen Abgaskomponente bestimmt. Für dieses Verfahren lassen sich

auch Sensoren einsetzen, die der aggressiven Abgasatmosphäre nicht standhalten.

[0013] Die Bestimmung der Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Abgaskomponente aus dem Schwefelgehalt des Kraftstoffes erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit mindestens eines aktuellen Betriebsparameters der Verbrennungskraftmaschine, beispielsweise Luft-Kraftstoff-Verhältnis, Volumen- oder Massenstrom einer Kraftstoffzufuhr, Motordrehzahl, Motorlast und/oder Fahrzeuggeschwindigkeit.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung eines Abgasreinigungssystems umfasst mindestens eine in einem Abgastrakt und/oder in einem Kraftstoffsystem der Verbrennungskraftmaschine angeordnete, für mindestens eine schwefelhaltige Komponente empfindliche Messeinrichtung sowie eine Steuereinheit zur Steuerung wenigstens eines Betriebsparameters der Verbrennungskraftmaschine und/oder mindestens eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems in Abhängigkeit eines von der schwefelempfindlichen Messeinrichtung bereitgestellten Signals oder einer von dem Signal abgeleiteten Größe.

[0015] Als Sensorelement der mindestens einen schwefelempfindlichen Messeinrichtung lassen sich elektrochemische Zellen einsetzen, bei denen eine elektromotorische Kraft in Abhängigkeit einer Schwefelkonzentration in der Umgebung einer Messelektrode erfasst wird oder Widerstandszellen, bei denen ein von der Schwefelkonzentration abhängiger Widerstand eines Sensorelementes beziehungsweise eine Leitfähigkeit gemessen wird. Derartige Sensorelemente sind beispielsweise aus der DE 31 12 218 beziehungsweise der EP 0 700 517 B1 bekannt.

[0016] Besonders vorteilhaft für die Anordnung im Abgastrakt der Verbrennungskraftmaschine sind Gassensoren, die selektiv SO_2 und/oder H_2S detektieren.

[0017] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

[0019] Fig. 1 eine Übersicht über mögliche Anordnungen einer schwefelempfindlichen Messeinrichtung in einem Abgastrakt einer Verbrennungskraftmaschine und

[0020] Fig. 2 Möglichkeiten einer Anordnung der schwefelempfindlichen Messeinrichtung in einem Kraftstoffsystem der Verbrennungskraftmaschine.

[0021] Mit 10 ist in der Fig. 1 eine vierzylindrige Verbrennungskraftmaschine bezeichnet, an die ein insgesamt mit 12 bezeichneter Abgastrakt anschließt. Der Abgastrakt 12 umfasst einen Krümmer 14, der in eine Abgasleitung 16 mündet. In der Abgasleitung 16 sind verschiedene Instrumente eines Abgasreinigungssystems angeordnet. Im dargestellten Beispiel sind dies ein in einer motornahen Position angeordneter und als Vorkatalysator geschalteter 3-Wege-Katalysator 18 und ein motorferner NO_x -Speicherkatalysator 20. Mit 22a bis 22d sind schwefelempfindliche Messeinrichtungen an unterschiedlichen Positionen des Abgastraktes 12 bezeichnet. Wenn auch eine Kombination aus an verschiedenen Positionen angeordneten schwefelempfindlichen Messeinrichtungen 22 möglich und in bestimmten Anwendungsfällen sinnvoll ist, sind die hier gezeigten Anordnungen 22a bis 22d als Alternativen zu verstehen. In der Regel wird die Anordnung einer schwefelempfindlichen Messeinrichtung 22 stromauf eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems erfolgen, welches die stärkste Beeinträchtigung durch die schwefelhaltige Abgasatmosphäre erfährt. Die Anordnung der schwefelempfindlichen Messeinrichtung 22a vor dem 3-Wege-Katalysator 18 ist dann sinnvoll, wenn sein

Betrieb, beispielsweise seine Entschwefelung, in Abhängigkeit von seiner Schwefelexposition gesteuert werden soll. Wird dagegen das erfindungsgemäße Verfahren angewandt, um eine Entschwefelungsnotwendigkeit des NO_x -Speicherkatalysators 20 zu ermitteln, ist die Anordnung der Messeinrichtung 22b, insbesondere in Form eines SO_2 -Sensors, stromauf des NO_x -Speicherkatalysators 20 angebracht. Die Anordnung der Messeinrichtung 22c, insbesondere ausgestaltet als H_2S -Sensor, stromab des NO_x -Speicherkatalysators 20 kann beispielsweise zur Steuerung einer alternierenden Mager-/Fettbeaufschlagung des NO_x -Speicherkatalysators 20 während seiner Entschwefelung zur Unterdrückung einer H_2S -Emission sinnvoll sein. Darüber hinaus kann es bei temperaturempfindlichen Sensoren erforderlich sein, diese in einen Nebenstrom des Abgastraktes 12 anzuordnen. Dies ist durch die Messeinrichtung 22d dargestellt, die sich in einem Bypass 24 der Abgasleitung 16 befindet. Stromauf der schwefelempfindlichen Messeinrichtung 22d angeordnet ist eine Thermostatisierungsvorrichtung 26, die das mit der Messeinrichtung 22d in Berührung kommende Abgas auf eine vorgegebene Temperatur kühlt, um eine thermische Schädigung des Sensors zu vermeiden oder eine optimale Arbeitstemperatur einzustellen.

[0022] Jede der Messeinrichtungen 22a-22d übermittelt ein Signal, das von der Konzentration mindestens einer schwefelhaltigen Abgaskomponente abhängt, an eine Steuereinheit 28 (nur für 22d dargestellt). Hier wird das Signal, das beispielsweise eine Spannung ist, digitalisiert. Anhand einer in der Steuereinheit 28 abgespeicherten Kennlinie der schwefelempfindlichen Messeinrichtung 22 wird die Konzentration der erfassten Abgaskomponente aus dem übermittelten Signal ermittelt. In Abhängigkeit der so gemessenen Konzentration der Abgaskomponente steuert die Steuereinheit 28 wenigstens einen Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine 10 beziehungsweise eines Instrumentes 18, 20 des Abgasreinigungssystems. Beispielsweise ermittelt die Steuereinheit 28 das Erreichen einer kritischen Schwefelbeladung des NO_x -Speicherkatalysators 20, indem sie eine von der Messeinrichtung 22d erfasste SO_2 -Konzentration über eine gewisse Betriebsdauer aufintegriert und die resultierende Schwefelbeladung mit einem vorgegebenen Grenzwert vergleicht. Ist dieser erreicht, leitet die Steuereinheit 28 eine Entschwefelung des NO_x -Speicherkatalysators 20 ein, für deren Durchführung der Katalysator 20 mit einer fetten Abgasatmosphäre und einer erhöhten Temperatur beaufschlagt wird.

[0023] Fig. 2 zeigt die Möglichkeiten einer Anordnung schwefelempfindlicher Messeinrichtungen 22e-22h in einem insgesamt mit 30 bezeichneten Kraftstoffsystem der Verbrennungskraftmaschine 10. Das Kraftstoffsystem 30 umfasst einen Kraftstofftank 32, einen Kraftstoffvorlauf 34, in dem eine Kraftstoffförderpumpe 36 angeordnet ist, einen Kraftstoffverteiler 38 mit einem Druckregler 40 und den Injektoren 42 sowie einen Kraftstoffrücklauf 44. Mit 22e bis 22h sind wiederum alternative Anordnungen der schwefelempfindlichen Messeinrichtung 22 bezeichnet. Dabei ist mit 22e eine im Kraftstofftank 32, mit 22f eine im Kraftstoffvorlauf 34 und mit 22g eine im Kraftstoffrücklauf 44 angeordnete schwefelempfindliche Messeinrichtung bezeichnet.

[0024] Die Messeinrichtung 22h ist in einem Bypass 46 des Kraftstofftanks 32 angeordnet, der mit einer zusätzlichen Kraftstoffförderpumpe 48 ausgestattet ist. Eine Thermostatisierungsvorrichtung 50 temperiert den durch den Bypass 46 strömenden Kraftstoff auf eine für die Messeinrichtung 22h optimale Arbeitstemperatur.

[0025] Die Messeinrichtungen 22e-22h geben ein dem Schwefelgehalt des Kraftstoffes proportionales Signal an die Steuereinheit 28 (nur für 22h dargestellt). Diese ermittelt

wiedern anhand der Kennlinie der Messeinrichtung 22 den tatsächlichen Schwefelgehalt des Kraftstoffes, welcher der Verbrennungskraftmaschine 10 zugeführt wird. Ferner finden ausgewählte Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine 10 Eingang in die Steuereinheit 28. Dieses sind beispielsweise ein eingespeistes Luft-Kraftstoff-Verhältnis und/oder eine Motordrehzahl. In Abhängigkeit von dem direkt erfassten Schwefelgehalt des Kraftstoffes sowie von den Betriebsparametern ermittelt die Steuereinheit 28 den aktuellen Schwefelgehalt des Abgases. Die Steuerung der Verbrennungskraftmaschine 10 beziehungsweise der Instrumente 18, 20 des Abgasreinigungssystems folgt analog dem in der Fig. 1 erläuterten Beispiel.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 10 Verbrennungskraftmaschine
- 12 Abgastrakt
- 14 Krümmer
- 16 Abgasleitung
- 18 3-Wege-Katalysator
- 20 NO_x-Speicherkatalysator
- 22 schwefelempfindliche Messeinrichtung
- 24 Bypass (Abgastrakt)
- 26 Thermostatisiervorrichtung
- 28 Steuereinheit
- 30 Kraftstoffsystem
- 32 Kraftstofftank
- 34 Kraftstoffvorlauf
- 36 Kraftstoffförderpumpe
- 38 Kraftstoffverteiler
- 40 Druckregler
- 42 Injektor
- 44 Kraftstoffrücklauf
- 46 Bypass (Kraftstoffsystem)
- 48 Kraftstoffförderpumpe
- 50 Thermostatisiervorrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Abgasreinigungssystems einer Verbrennungskraftmaschine (10), wobei mittels mindestens einer für mindestens eine schwefelhaltige Komponente empfindlichen Messeinrichtung (22) an mindestens einer Position eines Abgastraktes (12) der Verbrennungskraftmaschine (10) ein von einer Konzentration der Komponente abhängiges Signal erfasst wird, die Konzentration der mindestens einen Komponente im Abgas aus dem Signal ermittelt wird und wenigstens ein Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine (10) und/oder mindestens eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems (18, 20) in Abhängigkeit der Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Komponente des Abgases gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die schwefelhaltige Komponente Schwefeldioxid (SO₂) und/oder Schwefelwasserstoff (H₂S) ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das von der schwefelhaltigen Komponente des Abgases abhängige Signal stromauf eines in Abhängigkeit des Schwefelgehaltes des Abgases zu steuernden Instrumentes des Abgasreinigungssystems erfasst wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das von der schwefelhaltigen Komponente des Abgases abhängige Signal in ei-

- nem Bypass (24) des Abgastraktes (12) erfasst wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das mit der schwefelempfindlichen Messeinrichtung (22) in Kontakt kommende Abgas auf ein vorgegebenes Temperaturfenster temperiert wird.
6. Verfahren zur Steuerung eines Abgasreinigungssystems einer Verbrennungskraftmaschine, wobei mittels mindestens einer für mindestens eine schwefelhaltige Komponente empfindlichen Messeinrichtung (22) an mindestens einer Position eines Kraftstoffsystems der Verbrennungskraftmaschine (10) ein von einem Schwefelgehalt des Kraftstoffes abhängiges Signal erfasst wird, der Schwefelgehalt des Kraftstoffes aus dem Signal der Messeinrichtung (22) ermittelt wird, in Abhängigkeit des Schwefelgehaltes des Kraftstoffes eine Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Abgaskomponente bestimmt wird und wenigstens ein Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine (10) und/oder mindestens eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems in Abhängigkeit von der Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Komponente des Abgases gesteuert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Konzentration der mindestens einen schwefelhaltigen Abgaskomponente in Abhängigkeit des Schwefelgehaltes des Kraftstoffes und mindestens eines aktuellen Betriebsparameters der Verbrennungskraftmaschine (10) bestimmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine (10) ein zugeführtes Luft-Kraftstoff-Verhältnis, ein Volumen- oder Massenstrom einer Kraftstoffzufuhr, eine Motordrehzahl, eine Motorlast und/oder eine Fahrzeuggeschwindigkeit umfasst.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das von dem Schwefelgehalt des Kraftstoffes abhängige Signal in einem Vorlauf (34) und/oder Rücklauf (44) einer Kraftstoffförderung und/oder in einem Kraftstofftank (32) erfasst wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mit der schwefelempfindlichen Messeinrichtung (22) in Kontakt kommende Kraftstoff auf ein vorgegebenes Temperaturfenster temperiert wird.
11. Vorrichtung zur Steuerung eines Abgasreinigungssystems einer Verbrennungskraftmaschine (10) mit mindestens einer in einem Abgastrakt und/oder in einem Kraftstoffsystem (30) der Verbrennungskraftmaschine (10) angeordneten, für mindestens eine schwefelhaltige Komponente empfindlichen Messeinrichtung (22) und einer Steuereinheit (28) zur Steuerung wenigstens eines Betriebsparameters der Verbrennungskraftmaschine (10) und/oder mindestens eines Instrumentes des Abgasreinigungssystems in Abhängigkeit eines von der schwefelempfindlichen Messeinrichtung (22) bereitgestellten Signals oder einer von dem Signal abgeleiteten Größe.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine schwefelempfindliche Messeinrichtung (22) eine elektrochemische Zelle oder eine Widerstandszelle als Sensorelement umfasst.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine schwefelempfindliche Messeinrichtung (22) ein SO₂- und/oder ein H₂S-Sensor ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine schwefelempfindliche Messeinrichtung (22) in einem Vorlauf (34) und/oder Rücklauf (44) einer Kraftstoffförderung und/oder in einem Kraftstofftank (32) des Kraftstoffsystems (30) angeordnet ist.

5

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine schwefelempfindlichen Messeinrichtung (22) in einem Bypass (46) des Kraftstoffsystems (30) angeordnet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass dem Bypass (46) des Kraftstoffsystems (30) eine Thermostatisierungsvorrichtung (50) zugeordnet ist.

10

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass dem Bypass (46) des Kraftstoffsystems (30) eine Förderpumpe (48) zugeordnet ist.

15

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine schwefelempfindlichen Messeinrichtung (22) in einem Abgastrakt (12) oder in einem Bypass (24) des Abgastraktes (12) der Verbrennungskraftmaschine (10) angeordnet ist.

20

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass dem Bypass (24) des Abgastraktes eine Thermostatisierungsvorrichtung (26) zugeordnet ist.

25

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

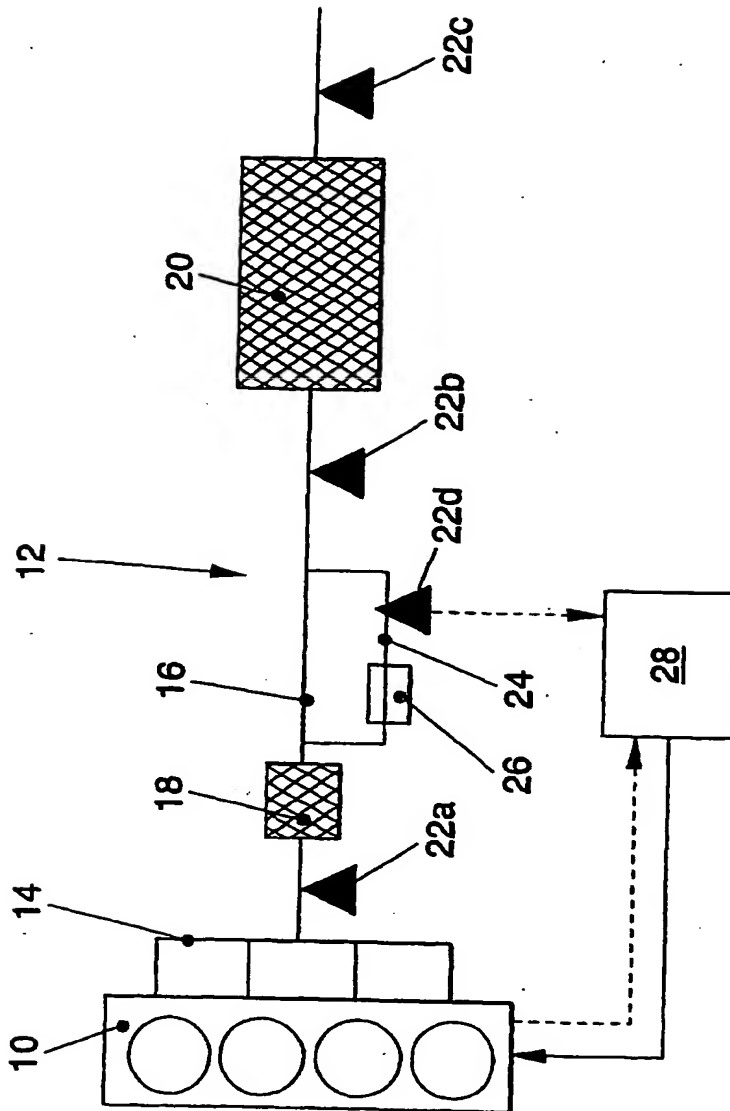


FIG. 1

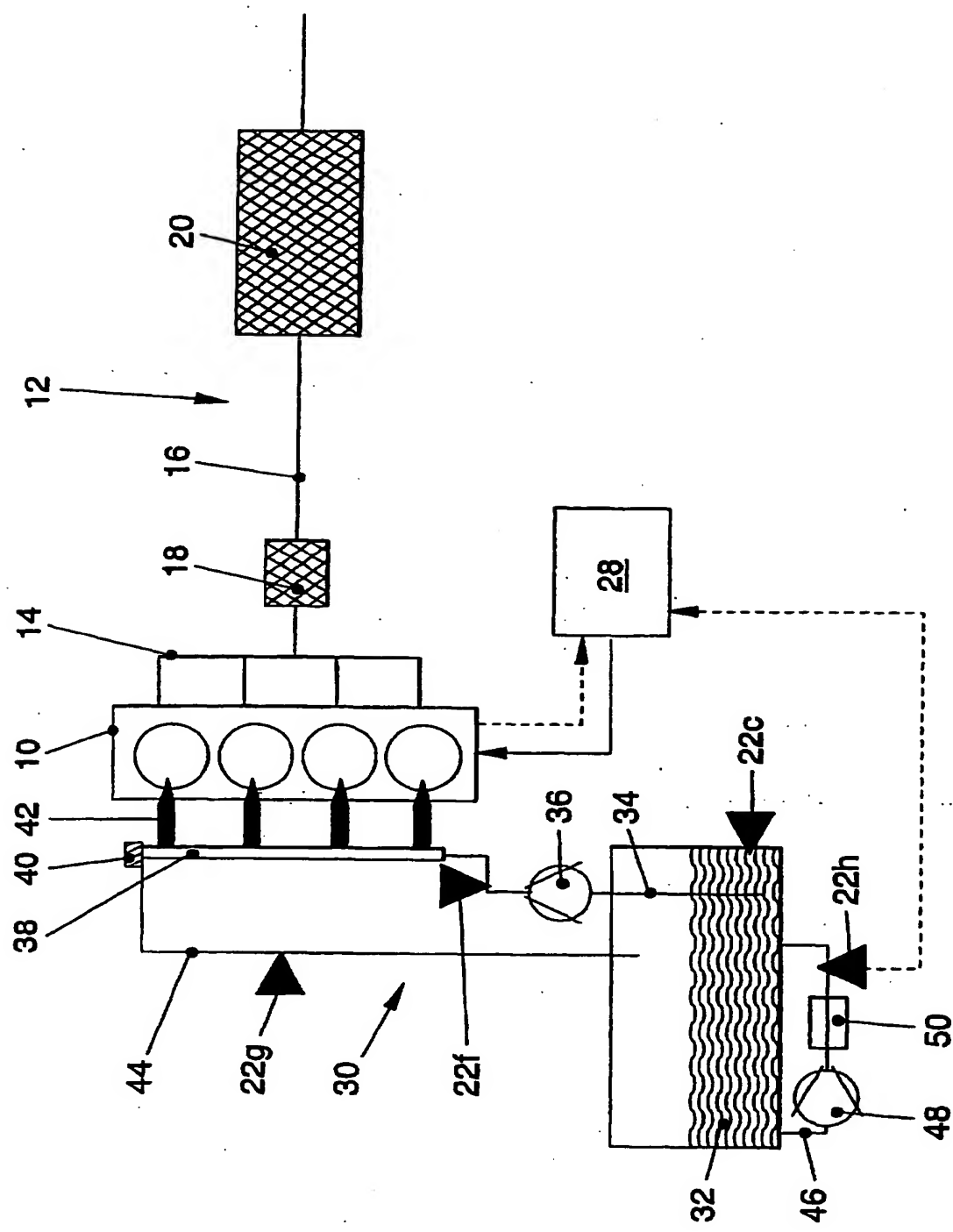


FIG. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.